

ÜBER
DIE KOHLENSÄURE
DES BLUTES

VON

DR. E. F. W. PFLÜGER,
O. Ö. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT BONN.

Ausgegeben den 26. November 1864.

BONN,
VERLAG VON MAX COHEN & SOHN.
1864.

Es ist bekannt, dass die Frage nach den Zuständen der Kohlensäure im Blute von den verschiedenen Forschern sehr abweichende Beantwortungen erfahren hat. Lothar Meyer, welcher unter Bunsen's Leitung zu einer directen und exacten Analyse der Blutgase die erste fruchtbringende Bahn gebrochen hat, kam durch seine Untersuchungen zu dem Schlusse, dass der kleinste Theil der Kohlensäure frei, der grösste chemisch gebunden sei. Im Wesentlichen stützte er diese Ansicht auf Thatsachen, welche durch die in Ludwig's Laboratorium von Setchenow ausgeführten Analysen als irrige erwiesen wurden. Lothar Meyer betrachtete nämlich diejenige Kohlensäure als freie, welche er im luftleeren Raume und bei geringer Erwärmung, diejenige aber als gebundene, welche er nur durch chemische Mittel, das heisst durch Säurezusatz dem Blute entziehen konnte. Während dieser Forscher das Vacuum zur Entgasung des Blutes herstellte, indem er durch Wasserdämpfe die Luft vertrieb, brachte Setchenow das Blut in die Torricelli'sche Leere und gelangte so zu wesentlich anderen Ergebnissen.

Bei Weitem der grösste Theil der in dem Blute enthaltenen Kohlensäure entwich in dieses Vacuum und nur ein kleiner war bloss durch chemische Mittel, nämlich Säurezusatz, zu gewinnen. Helmholtz hat in neuerer Zeit die

Gaspumpe von *Ludwig* unter Beibehaltung des Princips ihrer Wirkung wesentlich vereinfacht.

Allgemein vermuthete man, dass die Ursache der abweichenden Resultate von *Meyer* und *Setchenow* in der Verschiedenheit der Methoden begründet sei, ohne dass man sich bestimmtere Rechenschaft zu geben wusste. Es ist deshalb unbekannt, welcher von den genannten Forschern zu den richtigen Schlussfolgerungen gelangt ist.

Alle bisher angewandten Methoden leiden nach meiner Ueberzeugung an einer Unvollkommenheit, welche die vollständige Gewinnung der Gase unmöglich macht. Ich meine das mit Wasserdämpfen erfüllte Vacuum. Ein solches ist aber auch für Gase *keine Leere*. Wenn der Gasdruck in einem Raume so gross wie die Tension des Wasserdampfes in einem zweiten Raume ist, welcher mit jenem offen communicirt, so halten sich beide Spannungen das Gleichgewicht. Wasserdampf und Gas vermischen sich dann nur nach sehr langer Zeit durch Diffusion gleichförmig miteinander.

Im nassen Vacuum hält ferner die Spannung des Wasserdampfs die Gase in tropfbaren Flüssigkeiten mit bedeutender Kraft zurück. Mit einem solchen Vacuum vermöchte man die Gase dem Blute erst nach Tagen und vielleicht gar nicht vollständig zu entziehen. Bei dem Verfahren von *Lothar Meyer* ist das Vacuum mit Wasserdampf vollkommen gesättigt, bei dem von *Ludwig* aber wahrscheinlich nicht. Diess ist ein Grund, welcher dem letzteren Verfahren eine Ueberlegenheit über das erstere verschafft. Hierzu kommt ferner, dass die Verdünnung des Blutes mit grossen Mengen von Wasser, wie sie *Lothar Meyer* in Anwendung gezogen hat, der Entwicklung der Kohlensäure besonders hinderlich ist, wovon ich mich durch Versuche überzeugt habe. Auf Grund derselben werde ich von diesem auffallenden Umstande eine Erklärung zu geben im Stande sein.

Ich bediene mich der Toricelli'schen Leere in steter absoluter Trockenheit und lasse die Blutgase erst, nachdem ihnen der Wasserdampf entzogen wurde, in dieselbe einströmen. Zur Erzeugung des Vacuums von Torricelli dient mir eine von Heinrich Geissler's Meisterhand angefertigte Quecksilberpumpe, bei welcher, wie bei der von Helmholtz construirten, durch Heben und Senken des einen beweglichen Barometerschenkels der leere Raum in einer mächtigen Glaskugel von circa 1800 Cubikcentimetern Inhalts erzeugt wird. Heinrich Geissler bedient sich dieses Verfahrens zur Erzeugung der Torricelli'schen Leere bei Evacuation seiner electrischen Röhren schon seit Jahren. Mit diesem grossen Vacuum pumpe ich die Trockenräume und den Blutrecipienten aus und sorge durch passende Regulirung der Hähne dafür, dass das schäumende Blut absolut in seinem Recipienten verbleibe, in welchem es mit keiner anderen Substanz als Glas in Berührung kommt. Eine zunächst mit den Trockenräumen communicirende Barometerprobe controlirt fortwährend die Grösse der in dem Apparat vorhandenen Gasspannungen, sowie die absolute Trockenheit der Torricelli'schen Leere.

Die erhaltenen Resultate gebe ich in folgender Mittheilung, welche ich als eine vorläufige zu betrachten bitte, da ich über die Principien der Respiration noch umfassendere Untersuchungen anzustellen beabsichtige. — Alle Messungen der Gasmengen beziehen sich auf die Temperatur von 0° C. und auf den Druck einer Quecksilbersäule von 1 Meter Höhe, die Gasprocente auf das Blutvolum.

Zuerst habe ich gefunden, dass alle Gase des Blutes in die trockne Barometerleere entweichen, so dass auch chemische Mittel, also Säuren, keine Kohlensäure aus dem entgasten Blute mehr zu treiben vermögen. Da die letzten Spuren von Kohlensäure sehr langsam und schwierig sich ent-

wickeln, so war ein Reagens nothwendig, welches die Freiheit des Blutes von Kohlensäure mit Sicherheit feststellte. Demgemäss liess ich zu dem im Vacuum befindlichen Blute kleine Mengen destillirten Wassers von der Pumpe einsaugen. Da die in dem Wasser gelöste atmosphärische Luft wieder aus dem Blut entwich, musste sie kleine Kohlensäurespuren mitnehmen. Wenn man dann Perlen dieses Gases in einer wasserklaren gesättigten Lösung von Aetzbaryt, die in einem Reagircylinder über Quecksilber vollkommen abgeschlossen ist, aufsteigen lässt, so überziehen sich dieselben je nach der Menge der Kohlensäure mit einer weissen Kruste oder einem weisslichen Hauche von kohlensaurem Baryt.

Ist man mit dem Auspumpen so weit gelangt, dass solche Gasblasen sich mit keinem weissen Anfluge mehr umgeben, so erhält man auch auf Säurezusatz keine Spur von Kohlensäure mehr. Diese Behauptung gilt für das so viel untersuchte Blut des Hundes absolut streng und zwar nicht nur für das arterielle, sondern auch für das venöse. Wenn also die neuesten Forscher, wie Schöffer, Szcelkow, Preyer, welche unter Ludwig's Leitung gearbeitet haben, den Satz aufstellen, dass die Menge der nur durch Säuren austreibbaren Kohlensäure im venösen Blut bedeutend grösser sei, als im arteriellen, so beweist dies wohl nur, dass die Kohlensäure leichter aus dem arteriellen als dem venösen entweicht. Es war mir von besonderem Interesse, noch dasjenige Blut zu untersuchen, welches nach den neuesten Analysen von Preyer die grösste Quantität nur durch Säuren austreibbarer Kohlensäure enthalten soll. Der genannte Forscher bestimmt dieselbe in dem ganz frischen venösen Blut des Hammels zu 7,9 bis 8,7 Vol. $^0/_0$. In mehreren Versuchen habe ich die Kohlensäure auch aus diesem Blute bis auf verschwindende Spuren ausgepumpt. Es ist mir bei demselben indessen nicht so, wie bei dem des Hundes, die absolute Ent-

gasung gelungen. Denn selbst nach zehnstündiger Behandlung im Vacuum und Anwendung einer Temperatur von 40° C. belegten sich die genannten Probegasperlen noch immer mit einem weissen Ueberzug. Da der Versuch abgeschlossen werden musste, setzte ich phosphorsaures mit atmosphärischer Luft imprägnirtes Wasser zu dem Blute, um zu sehen, ob noch beträchtliche Mengen von Kohlensäure hierdurch ausgetrieben würden. Ich erhielt aber nur Spuren, die quantitativ bestimmt $^1/_{10}$ Vol. % betrugen. Die Folge wird indessen lehren, dass man auch für das venöse Hammelblut von nur durch Säuren austreibbarer Kohlensäure zu reden nicht berechtigt sein kann.

Es ist aus den Angaben von Preyer auch leicht die Gewissheit zu erlangen, dass er das Venenblut des Hammels sehr unvollständig entgast hat. Er erhielt aus frischem venösen Hammelblute in einem Falle 27,0 %, in einem anderen 30,1 % auspumpbarer Kohlensäure, während ich in demselben Falle beim ersten Aderlass 50,0 %, beim zweiten zwei Tage darauf vorgenommenen 40 % auspumpbarer Kohlensäure durch die Analyse feststellen konnte. Es versteht sich, dass auch meine Volumprocente der Gase sich auf 1 Meter Druck und die Temperatur von 0° C. beziehen. Was mir aber über jeden Zweifel die unvollständige Entgasung Preyer's beweist, ist seine Angabe, dass vollkommen ausgepumptes Hammelblut nicht schwarz, wie das des Hundes, sondern dunkelrothbraun aussehe. Denn ich finde, dass vollkommen entgastes Hammelblut gerade so wie das des Hundes tiefschwarz ist.

Wenn man sich nun die Schlussfolgerung gestatten wollte, welche bis dahin von allen Analytikern gemacht wurde, so müsste man auf Grund meiner Untersuchungen es für erwiesen erachten, dass im Blut gar kein kohlensaures Natron enthalten sei. Dem ist aber nicht so.

Wenn man absolut frisches arterielles oder venöses Blut vom Hunde oder dem Hammel, welches mit der Luft in keine Berührung gekommen ist, entgast und hierauf eine verdünnte Lösung von einfach kohlensaurem Natron zu dem Blute fliessen lässt, so entwickeln sich auf der Stelle wieder gewaltige Mengen von Kohlensäure, welche bei dem Hundeblut so bedeutend sind, dass sie die in demselben enthaltenen bereits ausgepumpten, häufig erreichen, ja bedeutend übertreffen können.

Dass die hier nachträglich entwickelte Kohlensäure nicht in dem vermeintlich entgasten Blute noch vorhanden war, wird durch folgende Thatsachen bewiesen. Zunächst erhält man auf diese Weise so grosse Kohlensäuremengen bis 64 Vol. % und mehr, wie sie ja niemals aus irgend einem Blute gewonnen werden können. Zweitens habe ich geschlagenes Hammelblut aus der Vena iugularis externa, welches mit der Luft in keine Berührung gekommen war, in zwei Portionen getheilt. Die erste Portion pumpte ich sogleich aus und erhielt 40,0 % auspumpbarer Kohlensäure und 0.18 % durch den Zusatz von Phosphorsäure. Die zweite Hälfte, welche 24 Stunden im Eis gestanden hatte, gab 41.2 % durch einfaches Auspumpen und nach der Entgasung durch Zusatz von kohlensaurem Natron noch weitere 17.0 %, so dass also im Ganzen die erste Portion 40.18 % die zweite 58.2 % Kohlensäure geliefert hatte. Wenn aber noch der geringste Zweifel bliebe, so würde er durch den Beweis beseitigt, dass die Entwicklung von Kohlensäure nach Zusatz von kohlensaurem Natron zu dem entgasten Blute durch eine Zersetzung dieses Salzes bedingt ist. Ich bereitete mir eine verdünnte Lösung von einfach kohlensaurem Natron in destillirtem Wasser und brachte eine auf das Mgr. genau abgewogene Quantität dieser Flüssigkeit in das Vacuum meiner Pumpe. Unter Anwendung einer Temperatur von 50°

Celsius pumpte ich zunächst die absorbirte atmosphärische Luft aus und überzeugte mich, dass in dieser keine Spur von Kohlensäure nachweisbar war. Dann entband ich durch Zusatz gewöhnlicher Phosphorsäure zu der Lösung im Vacuum die Kohlensäure aus der Soda und pumpte sie in ein Absorptionsrohr, um ihre Menge volumetrisch zu bestimmen.

Hundeblut (circa 36 Cubikcentimeter) aus der Art. femoralis bei Luftabschluss gewonnen, wurde nun möglichst vollständig entgast und in demselben 9,349 CC CO_2 nachgewiesen. Darauf brachte ich 26,550 Gr. meiner Sodalösung in das Blut und erhielt abermals 14,373 CC CO_2 und dann auf Zusatz von Phosphorsäure noch 7,099, also im Ganzen nach Zusatz der Soda 21,472 CC CO_2. Die Rechnung ergab aber, dass in der zugesetzten Lösung vorhanden gewesen sein mussten: 21,556 CC. Kohlensäure. Also:

Berechnete Menge = 21,556

Beobachtete Menge = 21,472.

Diese Uebereinstimmung, wie sie kaum grösser bei solchen Versuchen erwartet werden kann, beweist demgemäss absolut sicher, dass das Blut im Vacuum kohlensaures Natron unter Entbindung freier Kohlensäure zersetzt. Da nun nach allgemeiner Ansicht der Chemiker kohlensaures Natron im Blute enthalten ist, so ergiebt sich also, dass durch Auspumpen freie Kohlensäure gewonnen wird, welche im Blute nicht in einer lockeren sondern in einer sehr festen chemischen Verbindung enthalten war. Ehe ich zu der Frage übergehe, wieviel von der ausgepumpten Kohlensäure aus kohlensaurem Natron stammt, möge zunächst die Substanz in das Auge gefasst werden, welche im Vacuum das kohlensaure Natron zersetzt.

Wenn man möglichst reines Serum vom Hunde, welches mit der Luft in keine Berührung gekommen ist, vollständig entgast, dann Sodalösung zufügt, so erhält man keine Zer-

setzung des kohlensauren Salzes. Es ist folglich in dem Serum sicher nicht so viel von jener Substanz enthalten. um mehr kohlensaures Natron zu zerlegen als in demselben bereits enthalten ist. Ja sogar dieses scheint nicht vollständig zersetzt werden zu können, indem auch ich, wie Schöffer, aus entgastem Serum durch Säurezusatz stets noch Kohlensäure erhielt, welche um so geringer war, je röthlicher und reicher an Blutkörperchen sich dasselbe auswies. Es unterliegt somit keinem Zweifel, dass in den Blutkörperchen eine Substanz enthalten ist, oder sich fortwährend neu bildet, welche die Zersetzung veranlasst. Welchen chemischen Character dieser Stoff besitzt, muss noch durch genauere Untersuchungen festgestellt werden. Dass der Faserstoff bei der Zerlegung des kohlensauren Alkalis keine Rolle spielt, geht daraus hervor, dass auch geschlagenes defibrinirtes Blut, sowie Cruor dieselbe kräftig zersetzende Wirkung ausüben. Beiläufig möge die Bemerkung eine Stelle finden, dass ich auch prüfte, ob kohlensaurer Baryt durch entgastes Blut zerlegt werde, ohne einen deutlichen Erfolg bis dahin wahrgenommen zu haben. Ich hatte denselben, um ihn möglichst fein zertheilt zu erhalten, durch unvollständige Fällung von Aetzbaryt mit einem Strome von Kohlensäure dargestellt und aus dem Niederschlag den freien Baryt so lange ausgewaschen, bis Kohlensäure keine Trübung mehr bewirkte. Unvollständig musste die Fällung sein, damit dem kohlensauren Baryt keine freie Kohlensäure beigemengt sein konnte. Die unlöslichen oder doch sehr schwer in Wasser löslichen kohlensauren Salze scheinen also wenig oder gar nicht angegriffen zu werden.

Ich habe endlich über die Frage, ob alle Kohlensäure des Blutes oder nur ein Theil derselben aus kohlensaurem Natron stammt, bereits ausgedehntere Untersuchungen angestellt, welche indessen noch nicht zu einem strengen Ab-

schlusse gelangt sind. Nichts desto weniger weisen die von mir festgestellten Thatsachen doch mit hoher Wahrscheinlichkeit auf den eigentlichen Sachverhalt hin.

Wenn die Angaben von Schöffer und Preyer über die Menge der nicht auspumpbaren Kohlensäure des Serums richtig wären, so würden sich dieselben jetzt allerdings zu sehr bedeutungsvollen Schlüssen über die Zustände der Kohlensäure im Blute verwerthen lassen. Da aber beide Forscher nicht unbedeutende Mengen von Kohlensäure im arteriellen und venösen Blute als nicht auspumpbare bezeichnen, was wie wir sahen durchaus irrig ist, so mussten auch ihre Analysen der Serumgase den ernstesten Bedenken unterliegen.

Ich habe aus diesem Grunde Serum in ähnlicher Weise wie Schöffer und Preyer aus frischem arteriellen Hundeblute dargestellt, welches in Schichten von mehren Centimetern Dicke ganz klar, durchsichtig und wie leichtflüssiges Hühnereiweiss aussah, also einen gelbgrünlichen Schimmer zeigte. Mit Hülfe meiner kräftig wirkenden Pumpe entwichen, den Angaben Schöffer's und Preyer's entgegen, die bei weitem grössten Kohlensäuremengen aus diesem Serum, während nur der kleinere Theil der mechanischen Entgasung auch hier widerstand. Bei einer Analyse erhielt ich 33,9 % auspumpbarer und 3,7 % durch gewöhnliche Phosphorsäure abgeschiedener Kohlensäure, bei einer anderen mit besonders schönem Serum 26,8% auspumpbarer und 7,1% durch dasselbe chemische Mittel in Freiheit gesetzter. Bei dem letzten Versuche hatten sich 48,1 Cubikcentimeter Serum aus absolut frischem Blute gewinnen lassen, welches bei Abhaltung der Luft über Quecksilber in einem hohen Cylinder aufgefangen und sofort 15 Stunden in Eis aufbewahrt worden, da bereits in so kurzer Zeit die zur Untersuchung hinreichende Flüssigkeitsmenge abgeschieden war. Bei dem anderen Versuche hatten sich aus ganz frischem arteriellen Blute vom

Hunde, welches bei der Körpertemperatur erhalten wurde. bereits in 2 Stunden so grosse Mengen Serums gebildet, dass sofort 25 CC. zur Analyse verwandt werden konnten. Aus allen diesen Versuchen geht nun allerdings hervor, dass in dem Blute kohlensaure Salze vorhanden sein müssen. welche bei der Entgasung desselben zersetzt werden.

Indem ich nun zur Ermittlung der wirklich nur diffundirten Kohlensäure von der Ueberlegung ausging. dass das Blut bei 0° C. keine sehr bemerkenswerthen Zersetzungen selbst in mehreren Stunden erleidet und dass bloss absorbirte Gase auch bei 0° C. in das Vacuum entweichen müssen. entschloss ich mich das Blut bei der genannten niederen Temperatur auszupumpen. Der eigenthümliche Erfolg des Versuches bestand darin, dass $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ der Blutkohlensäure fast augenblicklich entwich, während bei fortgesetztem Pumpen. selbst nach Stunden nur sehr kleine Quantitäten von Gas noch erhalten werden konnten. Wenn ich aber das Blut in eiskaltes Wasser laufen liess, welches sich bereits im Vacuum befand, so fiel der Antheil plötzlich entweichender Kohlensäure noch viel kleiner aus. Ich erhielt 3—4 Vol. auf 100 Vol. Blut, was ungefähr mit Lothar Meyer's Ergebnissen übereinstimmen würde. Die Wirkung des Wassers findet wohl darin ihre Erklärung. dass die bedeutende Verdünnung die Intensität der zersetzenden Kräfte. welche auch bei 0° C. die Substanzen der Blutzellen auf die des Plasmas ausüben. besonders herabsetzt. Wenn man nun bei 0° das Blut im unveränderten oder verdünnten Zustande soweit entgast hat. dass man nach viertelstündigem Warten nur verschwindende Spuren oder gar Nichts mehr erhält. während die schaumlose Flüssigkeit bewegungslos im Vacuum steht. so vermag man sofort eine neue Gasentwicklung durch Schütteln des Blutes anzuregen, welche allerdings immer doch nur sehr kleine Gasmengen gewinnen lässt. Ich habe einmal auf diese

Weise das Schütteln mit Wasser stark versetzten Blutes 10 Stunden lang fortgesetzt, dasselbe dann im Vacuum bei 0⁰ die Nacht über noch 11 Stunden verweilen lassen und in der That ungefähr ³/₄ der Blutgase erhalten. Hierbei gewann ich die Ueberzeugung, dass man bei hinreichender Ausdauer und mehrtägigem Schütteln sogar bei 0⁰ dem Blute fast alle Gase vielleicht mit Ausnahme des Sauerstoffs zu entziehen vermöchte. Ich sage mit Ausnahme des Sauerstoffs aus folgendem Grunde. Verglich ich die Zusammensetzung des Gasgemisches, welches ich bei 0⁰ C. erhalten hatte mit demjenigen, welches erst bei höherer Temperatur entwichen war, so fand ich bei allen Versuchen, dass der Stickstoff am leichtesten, der Sauerstoff am schwersten von den Blutgasen bei 0⁰ C. in die Leere austritt. Als Beleg folgende Analyse der Gase des arteriellen Blutes aus der A. femoralis des Hundes:

	bei 0⁰ in 21 Stunden evacuirt.	bei 40⁰ C. ausgepumpt.
Sauerstoff	3,8%	4,1%
Kohlensäure . . .	22,2%	6,8%
Stickstoff	2,6%	Spuren
Summe	28,6%	10,9%

Hält man nun mit diesen Thatsachen, welche das so ausserordentlich langsame Entweichen des grössten Theiles der Kohlensäure in den leeren Raum bei 0⁰ C. constatiren, die andere von mir gefundene zusammen, dass ein Zusatz von eiskalter Phosphorsäure zu dem eiskalten Blute im Vacuum unter lebhaftestem Aufbrausen fast alle Kohlensäure

auf der Stelle austreibt, so kann man sich in Erwägung des bereits Erörterten kaum der Ueberzeugung entschlagen, dass diese Säure in kohlensauren Salzen enthalten sei, welche allerdings sehr langsam auch bei 0° C. im Vacuum sich zersetzen. Der grösste Theil der Kohlensäure des Blutes würde sonach in kohlensauren Salzen enthalten gedacht werden müssen.

Das sind indessen nur Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen, die bei der grossen Schwierigkeit und mühevollen Arbeit, welche diesen Gegenstand umlagert, doch wohl einige Berechtigung finden dürften. Gewiss ist, dass bis dahin über die Menge der wirklich freien, sowie der fest und locker gebundenen Kohlensäure etwas durchaus sicheres nicht fest steht.

Es bleibt mir endlich noch eine Bemerkung zu machen über die auffallende Angabe Preyer's, dass entgastes Blut deutlich nach »reinem Schwefelwasserstoff« rieche und Quecksilber schwärze. An dem mit meiner Pumpe evacuirten Blute habe ich dies nicht bestätigt gefunden, so dass der von Preyer wahrgenommene Schwefelwasserstoff wohl aus dem vulcanisirten Cautschouc der Ludwig'schen Gaspumpe stammt, welcher bei der meinigen keinerlei Anwendung findet. Dass sich bei Berührung metallischen Quecksilbers mit vulcanisirtem Cautschouc Schwefelquecksilber bildet, habe ich selbst oft genug gesehen.

Ich kann endlich mit Rücksicht auf meine Stellung zur Gasometrie des Blutes nicht umhin noch zu bemerken, dass dasselbe in seinem Gasgehalt, besonders so lange es möglichst frisch ist, ausserordentlich wandelbar erscheint, so dass ganz gewiss während des Auspumpens Sauerstoff noch gebunden und Kohlensäure neu erzeugt wird. Denn ich habe, worüber ich an einer anderen Stelle Genaueres berichten will, gesehen, wie leicht das aus dem Körper unter Luftabschluss aufgefangene arterielle Blut in Zeit mehrer Minuten, wenn

nur alle Schädlichkeiten abgehalten werden, noch vor der Gerinnung so grosse Mengen freien Sauerstoffs verbraucht, dass man es dann venös nennen könnte.

Ein sehr einfacher Versuch zeigt, dass Blut des Wechselverkehrs mit den Geweben innerhalb der Capillaren zum Venöswerden nicht nothwendig bedarf. Wenn man die Carotis eines kleineren Thieres, wie des Kaninchens, durch dessen durchsichtige Wand das hochrothe Blut schimmert, an zwei Stellen unterbindet, so dass ein bestimmtes Blutquantum innerhalb eines Arterienstücks vollkommen abgeschlossen ist, dann die Wunde schliesst und nach $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Stunde das Gefäss wieder betrachtet, so erscheint es tief blauschwarz, ganz so wie die daneben liegenden Venae jugulares.

Ich habe bei den meisten Analysen deshalb ganz frisches, ja lebendiges Blut entgast, indem ich es aus der Arterie oder Vene des lebendigen Thieres direct in das circa 1400 Cubikcentimeter grosse Vacuum des Blutrecipienten spritzen liess, wo es in wenigen Secunden den grössten Theil seiner Gase verliert. Das Blutvolum muss dann natürlich nachträglich festgestellt werden.

Es sind aber noch viel Controlversuche nothwendig, um eine sichere Methode zur quantitativen Analyse der Blutgase zu schaffen. Es bleibt eine grosse Aufgabe, hier »in der Erscheinungen Flucht den ruhenden Pol zu finden«.

DRUCK VON CARL GEORGI IN BONN.